

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1998年10月22日

出願番号  
Application Number:

平成10年特許願第301306号

出願人  
Applicant(s):

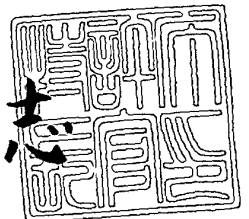
オリンパス光学工業株式会社

15525 U.S. PRO  
09/398366  
09/17/99

1999年 7月 7日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山建志



出証番号 出証特平11-3048005

【書類名】 特許願

【整理番号】 98P02034

【提出日】 平成10年10月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 9/02

【発明の名称】 光断層画像装置

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

【氏名】 水野 均

【特許出願人】

【識別番号】 000000376

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代表者】 岸本 正壽

【代理人】

【識別番号】 100076233

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 進

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013387

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9101363

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光断層画像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検体に低干渉性光を照射し、前記被検体において散乱した前記低干渉性光の情報から前記被検体の断層像を構築する光断層画像装置において、

前記低干渉性光を発生する低干渉性光源と、

前記被検体に前記低干渉性光を導光する第 1 の光路と、

前記第 1 の光導光手段から照射される前記被検体の前記低干渉性光の位置を少なくとも 1 次元的に走査する光走査手段と、

前記前記低干渉性光及び前記光走査手段を介した前記被検体からの戻り光をそれぞれ分離する光分離手段と、

前記光分離手段により分離された前記低干渉性光を導光する第 2 の光路と、

前記光分離手段により分離された前記戻り光を導光する第 3 の光路と、

前記第 2 の光路または前記第 3 の光路に設けられた屈折角度の変化により前記低干渉性光または前記戻り光の光路長を可変する光路長可変手段と、

前記光路長可変手段により一方が光路長を可変された前記光分離手段により分離された前記第 2 の光路を介した前記低干渉性光と前記第 3 の光路を介した前記戻り光とを結合し干渉を発生させる結合手段と、

前記結合手段による干渉を干渉信号として検出する検出手段と、

前記検出手段が検出した前記干渉信号を信号処理し、前記被検体の断層画像を生成する画像生成手段と

を備えたことを特徴とする光断層画像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光断層画像装置、更に詳しくは光路長可変手段の構成部分に特徴のある光断層画像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、生体組織を診断する場合、その組織の表面状態の光学的情報を得るイメージング装置の他に、組織内部の光学的情報を得ることのできる光CT装置が提案されている。

【0003】

また、ミラーを用いて低干渉性光を走査して被検体に対する断層像を得る干渉型のOCT（オプティカル・コヒーレンス・トモグラフィ）が例えば特表平6-511312号公報に開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特表平6-511312号公報においては、低干渉性光の走査をミラーの進退によりおこなっているため、ミラーは比較的重量が重く、このようなミラーの進退駆動は数十Hz程度でしか駆動することができず、連続した画像を得ることができない。特に、生体を診断する場合には、少なくとも心拍速度程度の連続画像（動画）を必要であるが、従来技術ではこのような連続画像を得ることができないといった問題がある。

【0005】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、高速に連続した光断層画像を生成することのできる光断層画像装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の光断層画像装置は、被検体に低干渉性光を照射し、前記被検体において散乱した前記低干渉性光の情報から前記被検体の断層像を構築する光断層画像装置において、前記低干渉性光を発生する低干渉性光源と、前記被検体に前記低干渉性光を導光する第1の光路と、前記第1の光導光手段から照射される前記被検体の前記低干渉性光の位置を少なくとも1次元的に走査する光走査手段と、前記前記低干渉性光及び前記光走査手段を介した前記被検体からの戻り光をそれぞれ分離する光分離手段と、前記光分離手段により分離された前記低干渉性光を

導光する第2の光路と、前記光分離手段により分離された前記戻り光を導光する第3の光路と、前記第2の光路または前記第3の光路に設けられた屈折角度の変化により前記低干渉性光または前記戻り光の光路長を可変する光路長可変手段と、前記光路長可変手段により一方が光路長を可変された前記光分離手段により分離された前記第2の光路を介した前記低干渉性光と前記第3の光路を介した前記戻り光とを結合し干渉を発生させる結合手段と、前記結合手段による干渉を干渉信号として検出する検出手段と、前記検出手段が検出した前記干渉信号を信号処理し、前記被検体の断層画像を生成する画像生成手段とを備えて構成される。

【0007】

本発明の光断層画像装置では、前記光路長可変手段が前記第2の光路または前記第3の光路に設けられた屈折率の変化により前記低干渉性光または前記戻り光の光路長を可変することで、高速に連続した光断層画像を生成することを可能とする。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について述べる。

【0009】

図1ないし図8は本発明の第1の実施の形態に係わり、図1は光断層画像装置の構成を示す構成図、図2は図1の光走査プローブが挿通される内視鏡の構成を示す構成図、図3は図1の光走査プローブの後端側部分を示す構成図、図4は図1の光走査プローブの全体構成を示す構成図、図5は図1の光路長の可変機構の作用を説明する説明図、図6は図1の光路長の可変機構の第1の変形例を示す構成図、図7は図1の光路長の可変機構の第2の変形例を示す構成図、図8は図1の光路長の可変機構の第3の変形例を示す構成図である。

【0010】

(構成)

図1に示すように、本実施の形態の光断層画像装置1は、超高輝度発光ダイオード(SLD)等の低干渉性光源2を有する。この低干渉性光源2は、その中心波長が例えば1300nmで、その可干渉距離が例えば17 $\mu$ m程度であるよ

うな短い距離範囲のみで干渉性を示す低干渉性光の特徴を備えている。つまり、この光を例えば2つに分岐した後、再び混合した場合には分岐した点から混合した点までの2つの光路長の差が $17\mu\text{m}$ 程度の短い距離範囲内の場合には干渉した光として検出され、それより光路長が大きい場合には干渉しない特性を示す。

【0011】

この低干渉性光源2の低干渉性光は、第1のシングルモードファイバ3の一端に入射され、他方の端面（先端面）側に伝送される。

【0012】

この第1のシングルモードファイバ3は、途中の第1の光カップラ部4で第2のシングルモードファイバ5と光学的に結合されている。従って、この第1の光カップラ4部分で2つに分岐されて伝送される。

【0013】

第1のシングルモードファイバ3の（第1の光カップラ部4より）先端側には、非回転部と回転部とで光を伝送可能な結合を行う光ロータリジョイント6が介挿され、この光ロータリジョイント6内の第3のシングルモードファイバ7（図3参照）を介して第1の実施の形態の光走査プローブ装置（以下、光走査プローブと略記）8A内に挿通され、回転駆動される第4のシングルモードファイバ9に低干渉光源2の光が伝送（導光）される。

【0014】

そして、伝送された光は光走査プローブ8Aの先端側から生体組織11側に走査されながら照射される。また、生体組織11側での表面或いは内部での散乱などした反射光の一部が取り込まれ、この反射光が逆の光路を経て第1のシングルモードファイバ3側に戻り、第1の光カップラ部4により第2のシングルモードファイバ5側に移り、第2のシングルモードファイバ5の基端側から位相変調素子12に入射される。なお、光ロータリジョイント6のロータ側は駆動装置13によって回転駆動される。

【0015】

また、第2のシングルモードファイバ5の第1の光カップラ部4より先端側

となる途中には光ループ部 14 が設けてあり、さらにその先端には光路長の可変機構 15 が設けてある。なお、ループ部 14 は光走査プローブ 8 側の第 4 のシングルモードファイバ 9 等による光路長とほぼ等しい長さとなるように設定される。

【0016】

光路長の可変機構 15 には、第 1 の光カップラ部 4 により第 1 のシングルモードファイバ 3 から第 2 のシングルモードファイバ 5 側に移った低干渉性光源 2 の光が基準光として入射される。

【0017】

そして、光路長の可変機構 15 は、第 2 のシングルモードファイバ 5 の先端側から出射された光を平行光にするレンズ 16 と、アクチュエータ 17 により所定の角度範囲内を回動することでレンズ 16 を介した平行光の光路長を可変する断面が正方形の平行平板プリズム 18 と、この平行平板プリズム 18 を介した光を第 5 のシングルモードファイバ 19 の入射端に集光させる集光レンズ 20 とから構成される。

【0018】

なお、アクチュエータ 17 及び駆動装置 13 は制御装置 21 により制御される。また、平行平板プリズム 18 は断面の正方形のものに限らず、断面の長方形であってもよい。

【0019】

また、光路長の可変機構 15 で可変される基準光の光路長は、第 4 のシングルモードファイバ 9 の先端面から後述するマイクロプリズムなどを介して生体組織 11 側に照射され、生体組織 11 の内部等で反射されて第 4 のシングルモードファイバ 9 の先端面に戻る光路長と等しくできるようにしている。

【0020】

そして、基準光側の光路長の可変機構 15 においては、アクチュエータ 17 により所定の角度範囲内を回動することで平行平板プリズム 18 の角度を変えてその光路長を変化することにより、この光路長と等しい値となる生体組織 11 の深さ位置での反射光とを干渉させ、他の深さ部分での反射光は非干渉にすること

ができるようにしている。

【0021】

一方、上記位相変調素子 12 に入射された光は、位相変調素子 12 で位相変調されて、第 6 のシングルモードファイバ 22 の入射端に出射されて、測定光として第 2 の光カップラ部 23 に導光される。なお、第 2 の光カップラ部 23 には、第 5 のシングルモードファイバ 19 により光路長の可変機構 15 で光路長が可変された光である基準光も導光される。

【0022】

ここで、位相変調素子 12 は、KDP 結晶や LiTaO<sub>3</sub> 結晶等の電気光学結晶に変調電場を与え結晶内を透過する光を変調する素子である。なお、位相変調素子 12 としては、音響光学素子を用いても構わなく、この音響光学素子は、TeO<sub>3</sub> のような音響光学媒体内または SAW 素子のような媒体表面上の超音波が作る周期的屈折率分布により光にブラッグ回折及びドップラ現象を起こさせ、光周波数をシフトさせる素子である。さらに位相変調素子 12 として PZT を利用したファイバ位相変調器でも構わない。

【0023】

第 2 の光カップラ部 23 では、前記基準光と前記測定光とがヘテロダイン干渉を起こし、ヘテロダインビートが生じる。そして、ヘテロダイン干渉を起こした位相の異なる基準光と測定光を 2 つのフォトディテクタ 24a、24b で検出し、演算器 24c でヘテロダインビート信号を取り出し、信号処理回路 24d でこのヘテロダインビート信号を信号処理し、干渉強度を求める。

【0024】

なお、図示はしないが、信号処理回路 24d は、ヘテロダインビートの変調周波数を中心とするバンドパスフィルタ及びエンベロープ検出器からなり、バンドパスフィルタは得られる干渉強度のノイズを低減するものであって、エンベロープ検出器は整流回路及びローパスフィルタからなる。

【0025】

この干渉強度は、光路長つまり被検体である生体組織 11 への侵入深さを表す時間の関数となっているので、これを画像処理装置 25 によって処理し、光路



長の可変機構 15 の平行平板プリズム 18 の角度情報と同期を取ることで、2次元の光断層像をモニタ 26 に表示するようになっている。

【0026】

この画像処理装置 25 は制御装置 21 と接続され、画像処理装置 25 は制御装置 21 を介してアクチュエータ 17 を介して基準光の光路長の可変制御と、駆動装置 13 による回転による光走査方向の制御を行うようにしている。

【0027】

第 1 の実施の形態の光走査プローブ 8A は、図 2 に示すように、内視鏡 27 の鉗子挿通口 28 から鉗子挿通用チャンネルを経てその先端開口から光走査プローブ 8A の先端側を突出させることができる。

【0028】

この内視鏡 27 は体腔内に挿入し易いように細長の挿入部 29 を有し、この挿入部 29 の後端には太幅の操作部 30 が設けてある。この挿入部 30 の前端付近には鉗子挿通口 28 が設けてあり、この鉗子挿通口 28 はその内部で鉗子挿通用チャンネルと連通している。

【0029】

挿入部 29 内には図示しないライトガイドが挿通され、このライトガイドの入射端を光源装置に接続し、照明光を伝送して挿入部 29 の先端部に設けた照明窓から出射し、患部等を照明する。また、照明窓に隣接して観察窓が設けられ、この観察窓には対物光学系が取り付けられ、照明された患部等を光学系に観察できるようにしている。

【0030】

そして、内視鏡 27 の先端部の観察光学系の観察の下で、患部等の注目する部分の生体組織 11 側に光走査プローブ 8A により、低干渉光を照射し、その生体組織 11 の内部の断層画像データを得て、モニタ 26 の表示面に 2次元の光断層像を表示できるようにしている。

【0031】

この第 1 の実施の形態の光走査プローブ 8A の構成を図 3 及び図 4 を参照して以下に説明する。

【0032】

第1のシングルモードファイバ3の先端側は、図3に示す光ロータリジョイント6内の第3のシングルモードファイバ7を介して光走査プローブ8A内に挿通される第4のシングルモードファイバ9と光学的に結合されている。

【0033】

第1のシングルモードファイバ3の先端には回転子受け31が設けてあり、この回転子受け31の凹部に回転子32が嵌合し、両者の間に介挿した2箇所の軸受け33により回転子32は（回転されない回転子受け31側に対して）回転自在に支持されている。

【0034】

回転子受け31及び回転子32の中心に沿ってそれぞれ第1のシングルモードファイバ3及び第3のシングルモードファイバ7が挿通され、両ファイバ3、7が対向する端面にはそれぞれ凸レンズ34、35を配置して、回転されないファイバ3と回転されるファイバ7との間で効率良く光の伝送できるようにしている。

【0035】

また、回転子32は例えばベルト36を介して駆動装置13を構成するモータ37のプーリ38と連結されている。モータ37の回転により、矢印bで示すように回転子32も回転され、従って第3のシングルモードファイバ7も共に回転される。モータ37は回転制御部39からのモータ駆動信号により、一定速度で回転駆動する。

【0036】

この回転子32の先端には光走査プローブ8Aの後端に設けたコネクタ部41が接続される。

図4に示すように光走査プローブ8Aは外套チューブとなる細長で円管形状のシース42の中心軸に沿って第4のシングルモードファイバ9を配置し、この第4のシングルモードファイバ9の後端及び先端をコネクタ本体43及び先端本体44にそれぞれ固定し、この第4のシングルモードファイバ9を中空で柔軟な回転力伝達部材としてのフレキシブルシャフト45で覆うようにしている。この

フレキシブルシャフト45の内径は第4のシングルモードファイバ9の外径より僅かに大きい。なお、第4のシングルモードファイバ9は例えばそのコア径が9 $\mu$ m程度である。

【0037】

シース42は例えばポリメチルペンテン製等、（低干渉光に対して）透明で光透過性が良いチューブで形成されている。また、フレキシブルシャフト45は密巻きのコイルを2重或いは3重にして、柔軟性を有し、一端に加えられた回転を他端に効率良く伝達する機能を有する。このフレキシブルシャフト45の後端及び先端もコネクタ本体43及び先端本体44に固定されている。

【0038】

シース42の後端にはコネクタ部41を形成する円筒状のコネクタカバー46に固着され、このコネクタカバー46の内側に円柱状のコネクタ本体43が2箇所設けた軸受け47を介挿して回転自在に支持されている。そして、このコネクタ本体43の中心軸に設けた孔に第4のシングルモードファイバ9の後端が挿入されて接着剤等で固着されている。

【0039】

このコネクタ本体43の後端面には凸部48が設けられ、一方回転子32の先端面にはこの凸部48に嵌合する凹部49が設けてあり、これらは互いに嵌合する。そして、両者を突き当てた状態で回転子32を回転した場合にはコネクタ本体43も回転する。この回転力がフレキシブルシャフト45の後端に付与され、このフレキシブルシャフト45によりその先端に伝達し、その先端に取り付けた先端本体44を回転させるようにしている。

【0040】

第4のシングルモードファイバ9の先端は先端本体44の中心軸に設けた孔に挿入して接着剤等で固着され、第4のシングルモードファイバ9の先端面の前側の孔径を拡げて第4のシングルモードファイバ9の先端から出射される光を所定の位置に集光するセルフオクレンズ（GRINレンズ）51を固着している。このGRINレンズ51の先端面には光路を反射により変更するマイクロプリズム52を接着剤等で固着している。

【0041】

そして、第4のシングルモードファイバ9で導光され、先端面に所定距離離間して配置された光をGRINレンズ51で集光し、マイクロプリズム52で直角方向に反射して、透明のシース42を透過させて外部に集光した（低干渉光による）出射光53を出射できるようにしている。そして、所定の距離で集光される集光点では例えば10 $\mu$ mないし30 $\mu$ mの光束径となるようにしている。

【0042】

なお、第4のシングルモードファイバ9の先端面は斜めにカットされ、GRINレンズ51の後面で反射された光がこの先端面に入射するのを低減している。また、GRINレンズ51の後面及びマイクロプリズム52の前面に反射防止部材をコーティングするなどして反射防止膜54を設け、反射光が生じるのを低減している。

【0043】

なお、シース42の先端は半球状にして先端を閉じている。本実施の形態の光走査プローブ8Aはその全長Lがほぼ2000mm程度、シース径Dが2.4mmにしている。

【0044】

（作用）

低干渉光での断層像の表示を行う場合には、光走査プローブ8Aの後端のコネクタ部41を光ロータリジョイント6の前端の回転子32に接続して図1の光断層画像装置1を構成する。

すると低干渉光源2の低干渉光は、第1のシングルモードファイバ3の後端に入射され、この低干渉光は光ロータリジョイント6内の第3のシングルモードファイバ7を介して光走査プローブ8A内の第4のシングルモードファイバ9の後端に入射される。

【0045】

入射された低干渉光は、この第4のシングルモードファイバ9によって導光されてその先端面から、図4に示すように、対向するGRINレンズ51側に出射され、このGRINレンズ51により集光され、このGRINレンズ51の先

端面に接着固定されたマイクロプリズム 52 に入射され、その斜面で全反射されて進行方向が 90° 異なる方向に出射光 53 が出射され、この出射光 53 が出射される方向の生体組織 11 側に照射される。

【0046】

図 3 に示すように光ロータリジョイント 6 を構成する回転子 32 はモータ 37 の回転軸に取り付けたプーリ 38 とベルト 36 で接続されているので、モータ 37 を一定速度で回転させることにより、回転子 32 も矢印 b で示す方向に一定速度で回転し、この回転子 32 の先端に接続されたコネクタ部 41 におけるコネクタ本体 43 も共に回転する。

【0047】

このコネクタ本体 43 には第 4 のシングルモードファイバ 9 を覆うフレキシブルシャフト 45 の後端が固着されているので、このフレキシブルシャフト 45 も回転し、この回転はフレキシブルシャフト 45 によりその先端にも伝達される。この場合、コネクタ本体 43 の中心の孔には第 4 のシングルモードファイバ 9 の後端が固着されているので、この第 4 のシングルモードファイバ 9 もフレキシブルシャフト 45 と共に回転する。

【0048】

このフレキシブルシャフト 45 の先端に取り付けられ、その中心の孔に第 4 のシングルモードファイバ 9 の先端が固着された先端本体 44 も回転し、この先端本体 44 に固着した GRIN レンズ 51 及びマイクロプリズム 52 も回転するので、図 4 に示す出射光 53 は光走査プローブ 8A の軸に垂直な方向に放射状に走査する。

【0049】

そして、生体組織 11 の表面及びその表面近くの内部組織の光学的な特性が異なる部分（屈折率の変化部分）で反射及び組織中で散乱され、一部は照射時とは逆の光路となるマイクロプリズム 52 及び GRIN レンズ 51 を経て第 4 のシングルモードファイバ 9 の先端面に入射され、その後端側に伝送される。

【0050】

そして、生体組織 11 からの反射光は、光ロータリジョイント 6 内の第 3 の

シングルモードファイバ 7 を経て第 1 のシングルモードファイバ 3 の先端面に入射され、その途中の光カップラ部 4 によって第 2 のシングルモードファイバ 5 側に移り、位相変調素子 12 に入射される。

【0051】

上記位相変調素子 12 に入射された光は、位相変調素子 12 で位相変調されて、第 6 のシングルモードファイバ 22 の入射端に出射されて、測定光として第 2 の光カップラ部 23 に導光される。

【0052】

一方、第 1 の光カップラ部 4 により第 1 のシングルモードファイバ 3 から第 2 のシングルモードファイバ 5 側に移った低干渉性光源 2 の光が基準光として光路長の可変機構 15 に入射される。

【0053】

そして、光路長の可変機構 15 は、レンズ 16 で第 2 のシングルモードファイバ 5 の先端側から出射された光を平行光にし、平行平板プリズム 18 がアクチュエータ 17 により所定の角度範囲内を回転することでレンズ 16 を介した平行光の光路長を可変し、集光レンズ 20 がこの平行平板プリズム 18 を介した光を第 5 のシングルモードファイバ 19 の入射端に集光させる。

【0054】

そして、第 5 のシングルモードファイバ 19 により光路長の可変機構 15 により光路長が可変された光である基準光もまた、第 2 の光カップラ部 23 には、導光される。

【0055】

ここで、図 5 に示すように、光路長の可変機構 15 では、平行平板プリズム 18 をアクチュエータ 17 により所定の角度範囲内を数百 Hz で往復回転（揺動）している。

【0056】

平行平板プリズム 18 が往復回転（揺動）するように、アクチュエータ 17 と平行平板プリズム 18 とは、例えば図 5 に示すように、カム機構 17a で連結され、アクチュエータ 17 の回転に伴い、平行平板プリズム 18 が往復回転（揺

動)する。

【0057】

平行平板プリズム18では、往復回動(揺動)する角度 $\theta$ によって、以下の式(1)により光路長が変動する。

【0058】

【数1】

$$\Delta z = d \times \left\{ \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta} - \cos \theta + 1 - n \right\} \quad \dots(1)$$

ここで、

$\Delta z$  : 光路長の変化

$d$  : 平行平板プリズム18の厚さ

$n$  : 平行平板プリズム18の屈折率

$\theta$  : 平行平板プリズム18の傾き

である。

【0059】

例えば、平行平板プリズム18に垂直に光が導光される場合に光路長が最短になり(図5の実線)、導光される光が垂直から傾くにしたがって、光路長の可変機構15での光路長は長くなり(図5の破線)、測定光との干渉位置が変動する。つまり、被検体である生体組織11からの反射を得る位置(深さ)が変動することになる。

【0060】

なお、干渉位置の調整にあたっては、光路長の可変機構15に光を入射させる第2のシングルモードファイバ5の先端側の出射端の位置を光軸方向に移動させて調整が行われる。

【0061】

第2の光カップラ部23では、前記基準光と前記測定光とがヘテロダイン干渉を起こし、ヘテロダインビートが生じる。そして、ヘテロダイン干渉を起こした位相の異なる基準光と測定光を2つのフォトディテクタ24a、24bで検出し、演算器24cでヘテロダインビート信号を取り出し、信号処理回路24dで

このヘテロダインビート信号を信号処理し、干渉強度を求める。

【0062】

この干渉強度を画像処理装置 25 によって処理し、光路長の可変機構 15 の平行平板プリズム 18 の角度情報と同期を取ることで、2 次元の光断層像をモニタ 26 に表示する。

【0063】

(効果)

このように本実施の形態では、光路長の可変機構 15 において、光路長可変手段を軽量の平行平板プリズム 18 で構成することで、平行平板プリズム 18 をアクチュエータ 17 により所定の角度範囲  $\theta$  内を 1 KHz に近い数百 Hz で往復回動することを可能とし、従来の数十 Hz でしか検出データを用意できなかったのに対して、高速に検出データを画像処理装置 25 に提供することができ、例えば生体診断可能な画像処理装置 25 での画像生成速度を大幅に更新させることができる。

【0064】

なお、本実施の形態では、断面が正方形の平行平板プリズム 18 をアクチュエータ 17 により所定の角度範囲  $\theta$  内を数百 Hz で往復回動するとしたが、これに限らず、光路長の可変機構 15 の第 1 の変形例として、上記平行平板プリズム 18 を同一方向に回転させてもよく、この場合は回転速度を数 KHz にすることができるので、さらに画像生成速度をビデオレートレベルにまで高めることができ、リアルタイムに 2 次元の光断層像をモニタ 26 表示させることができる。

【0065】

ただし、このように平行平板プリズム 18 を同一方向に回転させる場合には、図 6 に示すように、入射した基準光の光軸が平行平板プリズム 18 の角に位置した際には、平行平板プリズム 18 内に入らないので、画像処理装置 25 でこの位置での処理を除外することになる。

【0066】

また、光路長の可変機構 15 の第 2 の変形例として、図 7 に示すように、平行平板プリズムを断面が正六角形の平行平板プリズム 18a とし、この断面が正



六角形の平行平板プリズム 18a を同一方向に回転させてもよく、この場合も回転速度を数 KHz にすることができるので、さらに画像生成速度をビデオレートレベルにまで高めることができ、リアルタイムに 2 次元の光断層像をモニタ 26 表示させることができる。ただし、この場合も入射した基準光の光軸が平行平板プリズム 18 の角に位置した際には、平行平板プリズム 18a に入らないので、画像処理装置 25 でこの位置での処理を除外することになる。

## 【0067】

さらに、光路長の変換機構 15 の第 3 の変形例として、図 8 に示すように、平行平板プリズムの代わりに、入射した基準光を直線偏光する偏光板 61 と、この偏光板 61 により直線偏光された光を入射しを介した光路長を変換する例えばネマティック液晶等からなる液晶 62 と、この液晶を高周波数で駆動する液晶駆動部 63 とを設けて構成してもよい。

## 【0068】

この場合、液晶 62 の屈折率  $n$  を液晶駆動部 63 による電圧の印加により、例えば  $n = 1.5$  を  $1.8$  のように、 $0.3$  程度変更させることができる。このように屈折率  $n$  が変更されると、図 8 の破線で示すように光がシフトし、光路長が変更される。なお、変化量は、上記式 (1) で示した関係式で示される。

## 【0069】

なお、光路長の変換機構 15 を基準光の光路系に設けるとしたが、測定光の光路系に設けてもよい。

## 【0070】

図 9 は本発明の第 2 の実施の形態に係る光断層画像装置の構成を示す構成図である。

## 【0071】

第 2 の実施の形態は、第 1 の実施の形態とほとんど同じであるので、異なる点のみ説明し、同一の構成には同じ符号をつけ説明は省略する。

## 【0072】

(構成・作用)

本実施の形態では、図 9 に示すように、第 6 のシングルモードファイバ 22

の出射端からの位相変調素子 12 で位相変調された光を平行光にするレンズ 81 と、この平行光を例えば  $1300 \pm 10 \text{ nm}$  の 2 つの波長の光に分離する回折格子 82 と、回折格子 82 により分離された第 1 の波長（例えば  $1300 + 10 \text{ nm}$ ）の光を集光レンズ 83 により集光して入射し第 3 の光カプラ 84 に伝送する第 7 のシングルモードファイバ 85 と、回折格子 82 により分離された第 2 の波長（例えば  $1300 - 10 \text{ nm}$ ）の光を集光レンズ 86 により集光して入射し第 4 の光カプラ 87 に伝送する第 8 のシングルモードファイバ 88 と、光路長の可変機構 15 で光路長が可変された光である基準光を 2 つに分離する第 5 の光カプラ 89 と、第 5 の光カプラ 87 からの分離された第 1 の光を第 3 の光カプラ 84 に伝送する第 9 のシングルモードファイバ 90 と、第 5 の光カプラ 89 からの分離された第 2 の光を第 4 の光カプラ 87 に伝送する第 10 のシングルモードファイバ 91 とを備えて構成される。

【0073】

そして、第 3 の光カプラ 84 及び第 4 の光カプラ 87 において、それぞれ前記基準光と前記測定光とがヘテロダイン干渉を起こし、ヘテロダインビートが生じる。そして、それぞれのヘテロダイン干渉を起こした位相の異なる基準光と測定光を、2 組用意された、フォトディテクタ 24 a、24 b でそれぞれ検出し、演算器 24 c でヘテロダインビート信号を取り出し、信号処理回路 24 d でこのヘテロダインビート信号を信号処理し、干渉強度を求める。そして、これら干渉強度を画像処理装置 25 によって処理を行う。

【0074】

その他の構成・作用は第 1 の実施の形態と同じである。

【0075】

（効果）

このように本実施の形態では分離した 2 つの光を用いることでそれぞれで第 1 の実施の形態の効果を得ることができると共に、画像処理装置 25 によって干渉強度を別々に処理することで、観察対象である生体組織 11 の散乱、反射特性の波長特性を求めることができる。

【0076】

[付記]

(付記項1) 被検体に低干渉性光を照射し、前記被検体において散乱した前記低干渉性光の情報から前記被検体の断層像を構築する光断層画像装置において

前記低干渉性光を発生する低干渉性光源と、

前記被検体に前記低干渉性光を導光する第1の光路と、

前記第1の光導光手段から照射される前記被検体の前記低干渉性光の位置を少なくとも1次元的に走査する光走査手段と、

前記前記低干渉性光及び前記光走査手段を介した前記被検体からの戻り光をそれぞれ分離する光分離手段と、

前記光分離手段により分離された前記低干渉性光を導光する第2の光路と、

前記光分離手段により分離された前記戻り光を導光する第3の光路と、

前記第2の光路または前記第3の光路に設けられた屈折角度の変化により前記低干渉性光または前記戻り光の光路長を可変する光路長可変手段と、

前記光路長可変手段により一方が光路長を可変された前記光分離手段により分離された前記第2の光路を介した前記低干渉性光と前記第3の光路を介した前記戻り光とを結合し干渉を発生させる結合手段と、

前記結合手段による干渉を干渉信号として検出する検出手段と、

前記検出手段が検出した前記干渉信号を信号処理し、前記被検体の断層画像を生成する画像生成手段と

を備えたことを特徴とする光断層画像装置。

【0077】

(付記項2) 前記光路長可変手段は平行平板プリズムからなり、前記平行平板プリズムの回転により前記低干渉性光または前記戻り光の光路長を可変することを特徴とする付記項1に記載の光断層画像装置。

【0078】

(付記項3) 前記光路長可変手段は平行平板プリズムからなり、前記平行平板プリズムの揺動により前記低干渉性光または前記戻り光の光路長を可変する

ことを特徴とする付記項 1 に記載の光断層画像装置。

【0079】

(付記項 4) 前記第 3 の光路からの前記戻り光を分光する分光手段と、

前記分光手段により分光された前記戻り光と前記第 2 の光路からの前記低干渉性光とをそれぞれ結合し干渉を発生させる複数の前記結合手段と、

前記結合手段による干渉を干渉信号として検出する複数の前記検出手段と、

前記検出手段が検出した前記干渉信号を信号処理し、前記被検体の断層画像を生成する画像生成手段と

を備えたことを特徴とする付記項 1 に記載の光断層画像装置。

【0080】

(付記項 5) 前記光路長可変手段は、入射光に対して傾けて設置した液晶部材からなり、前記液晶部材の液晶の屈折率を変更することにより光路長を可変する

ことを特徴とする付記項 1 に記載の光断層画像装置。

【0081】

(付記項 6) 前記第 1 の光路、前記第 2 の光路または前記第 3 の光路に、位相変調素子を設け、

前記検出手段によりヘテロダイン検波を行う

ことを特徴とする付記項 1 または 2 に記載の光断層画像装置。

【0082】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の光断層画像装置によれば、光路長可変手段が第 2 の光路または第 3 の光路に設けられた屈折角度の変化により低干渉性光または戻り光の光路長を可変するので、高速に連続した光断層画像を生成することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係る光断層画像装置の構成を示す構成図

【図 2】

図 1 の光走査プローブが挿通される内視鏡の構成を示す構成

【図 3】

図 1 の光走査プローブの後端側部分を示す構成図

【図 4】

図 1 の光走査プローブの全体構成を示す構成

【図 5】

図 1 の光路長の可変機構の作用を説明する説明

【図 6】

図 1 の光路長の可変機構の第 1 の変形例を示す構成図

【図 7】

図 1 の光路長の可変機構の第 2 の変形例を示す構成図

【図 8】

図 1 の光路長の可変機構の第 3 の変形例を示す構成図

【図 9】

本発明の第 2 の実施の形態に係る光断層画像装置の構成を示す構成図

【符号の説明】

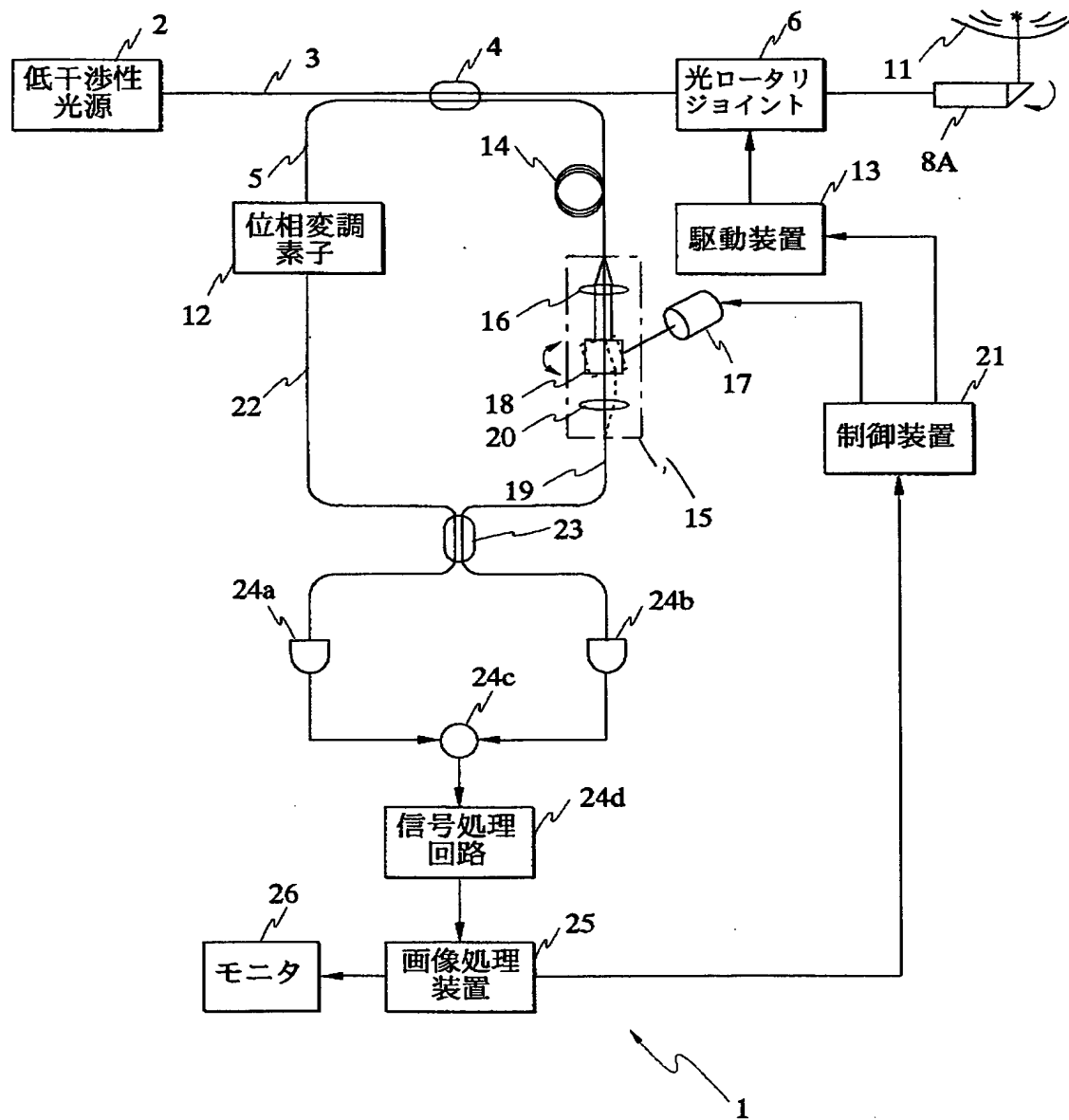
- 1 … 光断層画像装置
- 2 … 低干渉性光源
- 3, 5, 7, 9, 19, 22 … シングルモードファイバ
- 4 … 光カップラ部
- 6 … ロータリジョイント
- 8A … 光走査プローブ（装置）
- 11 … 生体組織
- 12 … フォトダイオード
- 15 … 光路長の可変機構
- 16 … レンズ
- 17 … アクチュエータ
- 18 … 平行平板プリズム

20…集光レンズ  
21…制御装置  
23…第2の光カップラ部  
24 a、24 b…フォトディテクタ  
24 c…演算器  
24 d…信号処理回路  
25…画像処理装置  
26…モニタ  
27…内視鏡  
28…鉗子挿通口  
29…挿入部  
31…回転子受け  
32…回転子  
37…モータ  
41…コネクタ部  
42…シース  
43…コネクタ本体  
44…先端本体  
45…フレキシブルシャフト  
46…コネクタカバー  
47…軸受け  
48…凸部  
49…凹部  
51…GRINレンズ  
52…マイクロプリズム  
53…出射光  
54…反射防止膜

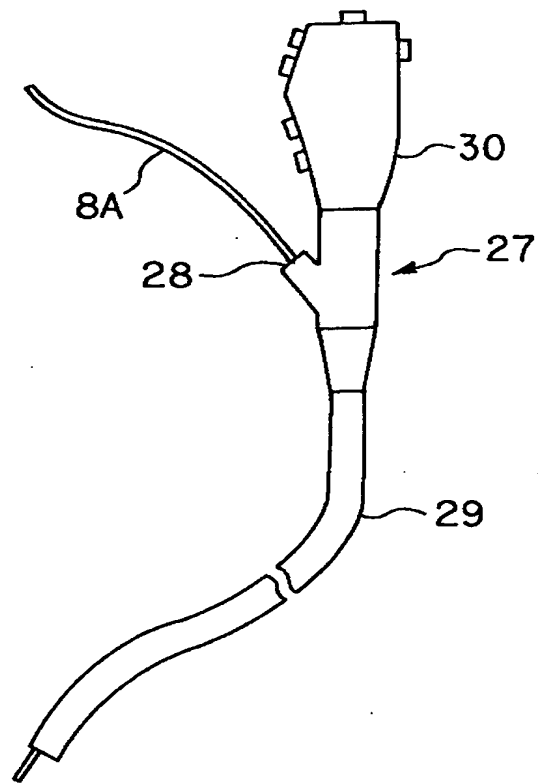
代理人 弁理士 伊藤 進

【書類名】 図面

【図 1】

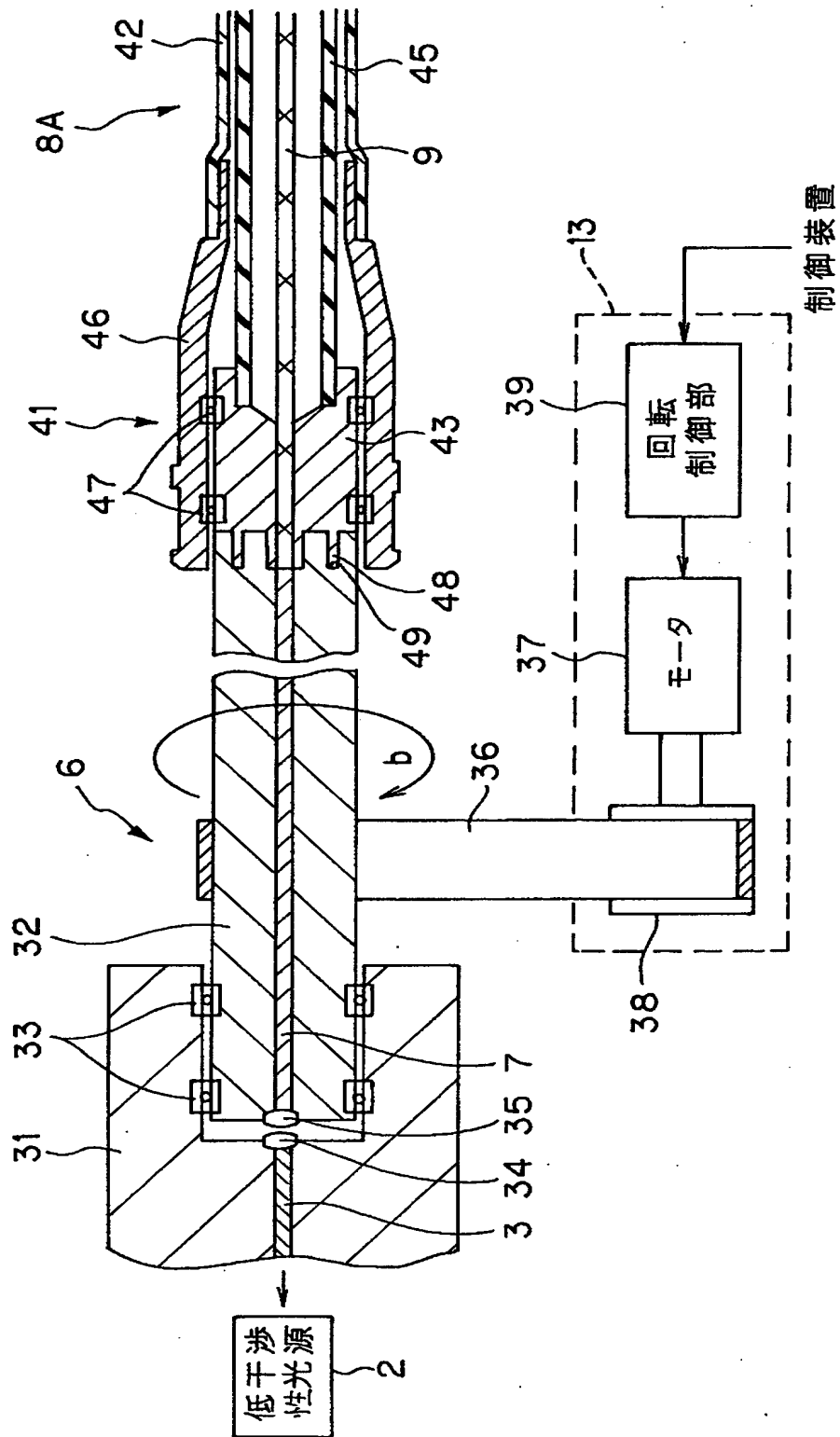


【図 2】

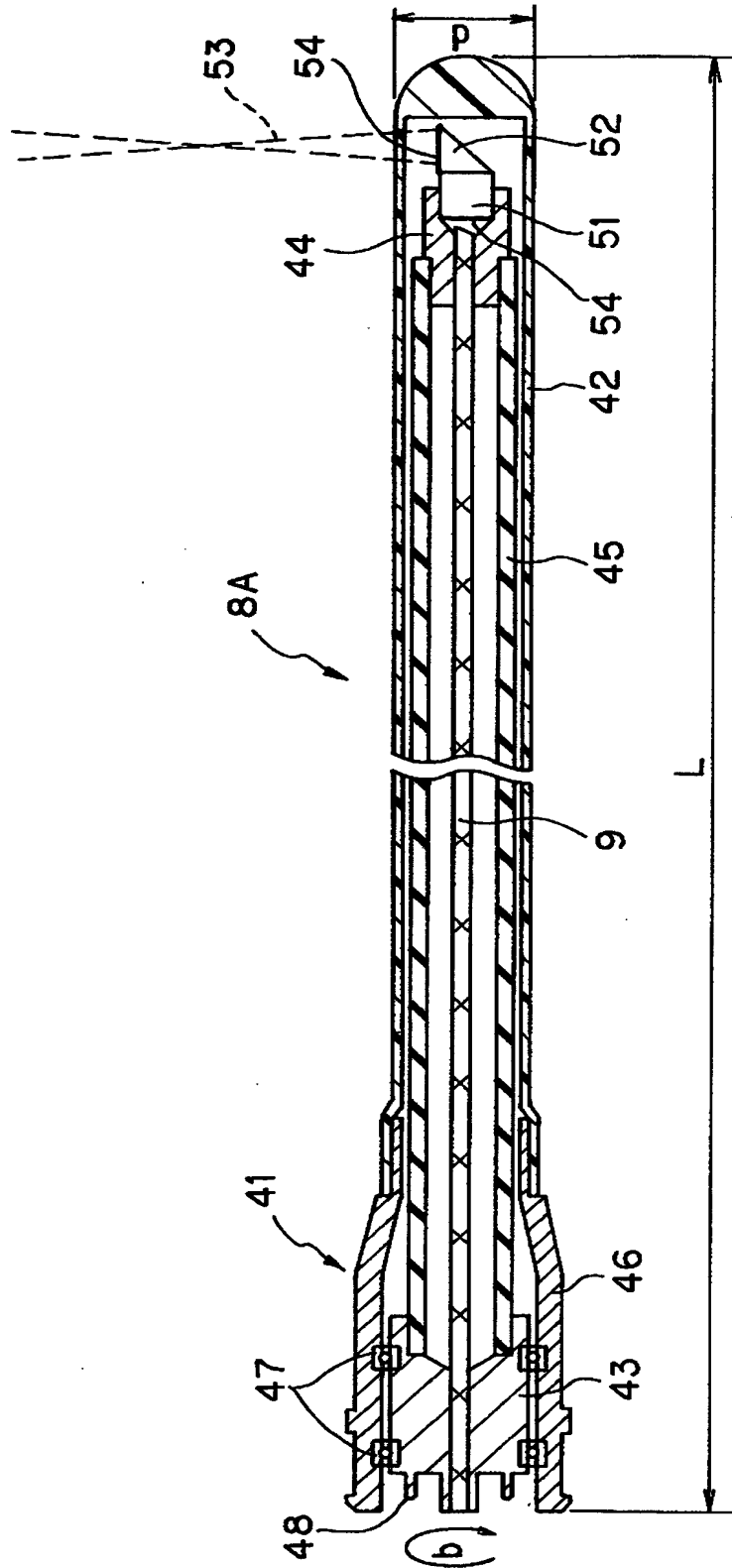




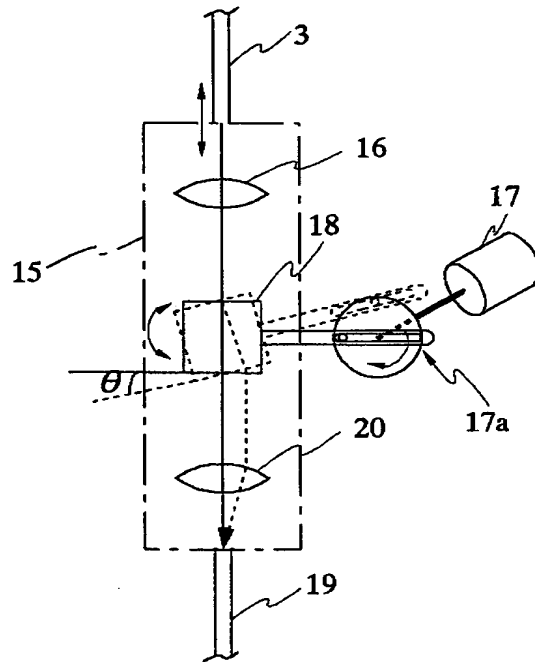
【図 3】



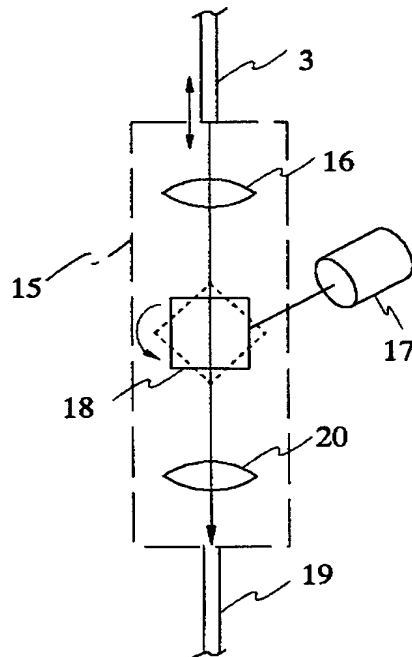
【図 4】



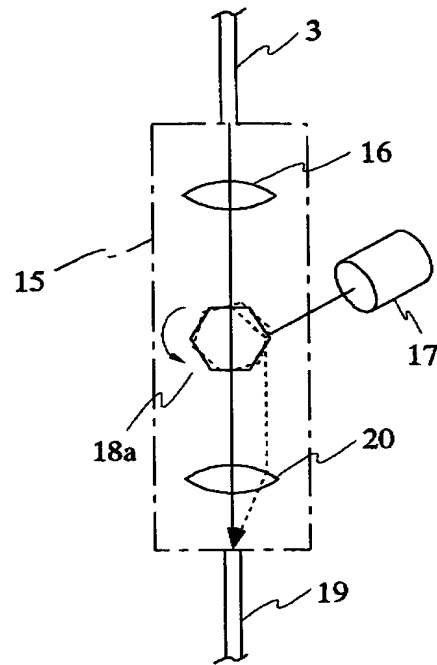
【図 5】



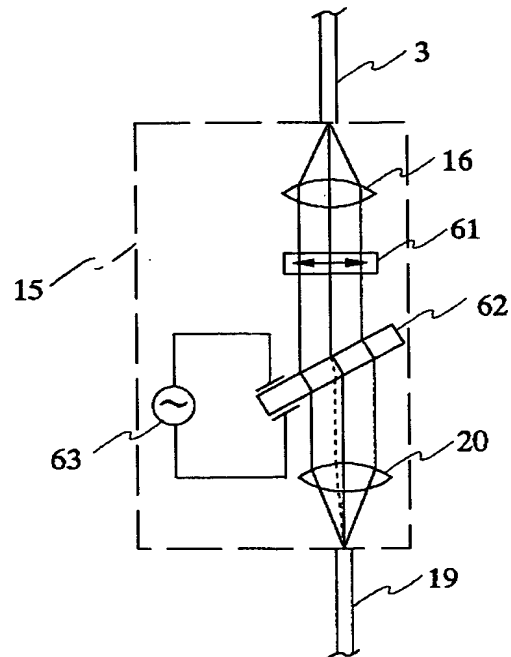
【図 6】



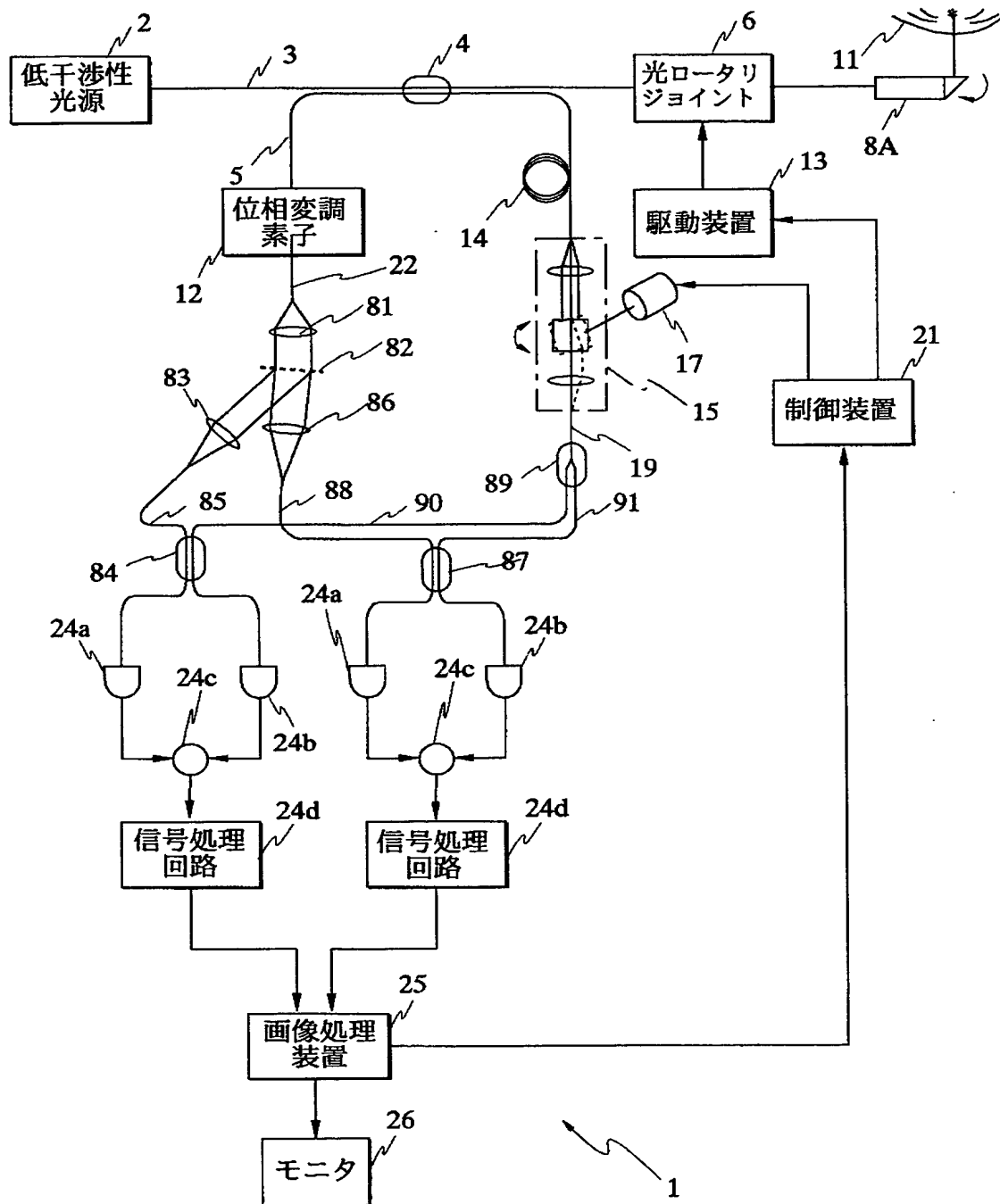
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高速に連続した光断層画像を生成する。

【解決手段】 光路長の可変機構 15 には、第 1 の光カップラ部により第 1 のシングルモードファイバから第 2 のシングルモードファイバ 5 側に移った低干渉性光源の光が基準光として入射される。光路長の可変機構 15 は、第 2 のシングルモードファイバ 5 の先端側から出射された光を平行光にするレンズ 16 と、アクチュエータ 17 により所定の角度範囲内を回転することでレンズ 16 を介した平行光の光路長を可変する断面が正方形の平行平板プリズム 18 と、この平行平板プリズム 18 を介した光を第 5 のシングルモードファイバ 19 の入射端に集光させる集光レンズ 20 とから構成される。

【選択図】 図 1

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】  
【識別番号】 000000376  
【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号  
【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社  
【代理人】 申請人  
【識別番号】 100076233  
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 7-4-4 武蔵ビル  
【氏名又は名称】 伊藤 進

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

氏 名 オリンパス光学工業株式会社